

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-194623

(43)Date of publication of application : 15.07.1994

(51)Int.Cl.

G02F 1/133

G09G 3/36

(21)Application number : 04-343709

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 24.12.1992

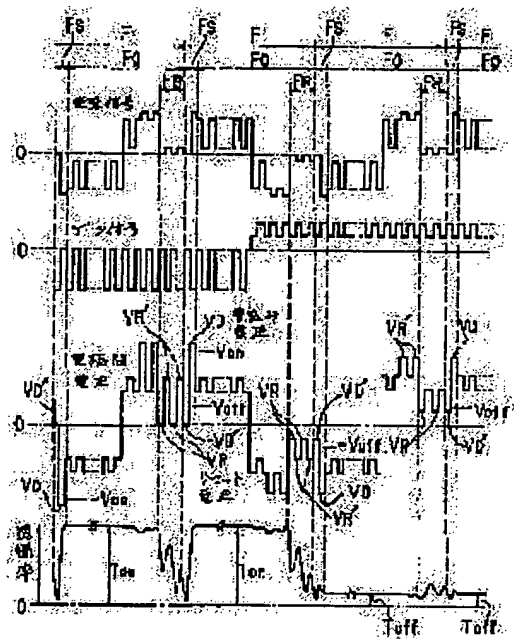
(72)Inventor : TANAKA TOMIO

## (54) DRIVING METHOD OF ANTIFERROELECTRIC LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To display an image of excellent quality with a high contrast on the simple matrix type antiferroelectric liquid crystal display element by impressing a voltage for orienting antiferroelectric liquid crystal into a 3rd stable state at the end of a nonselection period.

CONSTITUTION: A scanning signal and a data signal having waveforms as shown in a figure are impressed to a scanning electrode and a signal electrode and then an inter-electrode voltage is controlled to drive the antiferroelectric liquid crystal display element. Those scanning signals and data signal having the waveforms shown in the figure are used and then the voltage for orienting the antiferroelectric liquid crystal into the 3rd state, i.e., a reset voltage VR which is lower than OFF threshold values Voff and -Voff is impressed in a reset period FR at the end of the nonselection period FO even in any frame F. Consequently, the liquid crystal is in a 1st or 2nd stable state so far and once the reset voltage VR is impressed, the liquid crystal begins to be oriented to approximate the 3rd stable state.





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】印加電圧に応じて第1および第2の安定状態とその中間の第3の安定状態とに配向する反強誘電性液晶を用いた単純マトリックス型の反強誘電性液晶表示素子の駆動方法であって、非選択期間の終期に、前記反強誘電性液晶を前記第3の安定状態に配向させるための電圧を印加することを特徴とする反強誘電性液晶表示素子の駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は反強誘電性液晶表示素子の駆動方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】最近、液晶表示素子として、一般に用いられているTN型の液晶表示素子に比べて高速応答性、広視野角性等に優れた強誘電性液晶表示素子が注目されている。

【0003】この強誘電性液晶表示素子には、液晶分子の配向状態に2つの安定性（双安定性）がある強誘電性液晶を用いた通常の強誘電性液晶表示素子と、液晶分子の配向状態に3つの安定性がある反強誘電性液晶を用いた反強誘電性液晶表示素子とがある。

【0004】これら強誘電性液晶表示素子は、強誘電性液晶または反強誘電性液晶がもっている配向状態の安定性（メモリ性）を利用して表示するもので、その構造は一般に単純マトリックス型とされている。

【0005】この単純マトリックス型の強誘電性液晶表示素子は、従来、各画素の電極間（走査電極と信号電極との間）に、選択期間には液晶をいずれかの安定状態に配向させる書込み電圧を印加し、非選択期間には液晶の配向状態を変化させない範囲の電圧を印加する駆動方法で表示駆動されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の駆動方法では、通常の強誘電性液晶表示素子には良好な画像を表示させることができるが、反強誘電性液晶表示素子にはコントラストの良い画像を表示させることはできなかった。

【0007】これは、反強誘電性液晶の印加電圧に対する応答特性による。すなわち、反強誘電性液晶は、液晶分子の配向状態に3つの安定性があり、あるしきい値以上の電圧を印加したときに、その電圧の極性に応じて第1の安定状態または第2の安定状態に配向し、前記しきい値より低い他のしきい値以下の電圧を印加したときに、第1と第2の安定状態の中間の状態である第3の安定状態に配向するが、その応答性には差があり、第3の安定状態から第1または第2の安定状態に配向するときの応答速度は速いのに対し、第1または第2の安定状態から第3の安定状態に配向するときの応答速度は遅い。

【0008】そして、単純マトリックス型の液晶表示素

子では、液晶を第1～第3の安定状態のいずれかに配向させるための書込み電圧が極く短い選択期間中に印加されるだけであるため、液晶を第1または第2の安定状態に配向させる場合は特に問題はないが、液晶を第3の安定状態に配向させる場合は、液晶が前記安定状態に配向し切れないうちに選択期間が終了してしまう。

【0009】このため、例えば液晶が第1および第2の安定状態に配向したときに表示が明となり、液晶が第3の安定状態に配向したときに表示が暗となるように一対の偏光板を配置した反強誘電性液晶表示素子においては、暗表示状態での光の透過率が十分に小さくならず、また、液晶が第1および第2の安定状態に配向したときに表示が暗となり、液晶が第3の安定状態に配向したときに表示が明となるように一対の偏光板を配置した反強誘電性液晶表示素子においては、明表示状態での透過率が悪くなって、コントラストが低下する。

【0010】本発明は、印加電圧に応じて第1および第2の安定状態とその中間の第3の安定状態とに配向する反強誘電性液晶を用いた単純マトリックス型の反強誘電性液晶表示素子に、コントラストの高い良好な品質の画像を表示させることができる駆動方法を提供することを目的としたものである。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の駆動方法は、非選択期間の終期に、反強誘電性液晶を第3の安定状態に配向させるための電圧を印加することを特徴とするものである。

## 【0012】

【作用】この駆動方法のように、非選択期間の終期に、反強誘電性液晶を第3の安定状態に配向させるための電圧を印加すると、この時点から液晶が第3の安定状態に近づくように配向し始めるため、次の選択期間に液晶を第3の安定状態に配向させるための書込み電圧が印加されると、液晶が速やかに第3の安定状態に配向する。

【0013】このため、液晶が第1または第2の安定状態から第3の安定状態に配向するときの応答速度が遅くても、選択期間中に印加する書込み電圧によって液晶をほぼ第3の安定状態に配向させることができる。

【0014】なお、次の選択期間に印加される書込み電圧が液晶を第1または第2の安定状態に配向させるための電圧である場合も、その前の非選択期間の終期に液晶が第3の安定状態に近づくように配向し始めるが、液晶が第3の安定状態から第1または第2の安定状態に配向するときの応答速度は速いため、このときは、液晶が十分に第1または第2の安定状態に配向する。

【0015】このため、この駆動方法によれば、反強誘電性液晶をより第3の安定状態に近くなるように配向させて、コントラストの高い良好な品質の画像を表示させることができる。

## 【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0017】まず、本発明の駆動方法によって表示駆動される反強誘電性液晶表示素子の構成を説明する。図2は反強誘電性液晶表示素子の断面図、図3は反強誘電性液晶の3つの安定状態と一对の偏光板の透過軸の方向とを示す図である。

【0018】この反強誘電性液晶表示素子は、単純マトリックス型のものであり、その一对の透明基板（例えばガラス基板）1、2のうち、図2において上側の基板（以下、上基板という）2には、複数本の透明な走査電極4が互いに平行に形成され、下側の基板（以下、下基板という）1には、複数本の透明な信号電極3が前記走査電極4と直交させて形成されている。

【0019】また、上記下基板1と上基板2の電極形成面の上にはそれぞれ配向膜5、6が設けられている。これら配向膜5、6はいずれも、ポリイミド等の有機高分子化合物からなる水平配向膜であり、その膜面にはラビングによる配向処理が施されている。

【0020】そして、上記下基板1と上基板2とは、その外周縁部において枠状のシール材7を介して接着されており、この両基板1、2間のシール材7で囲まれた領域には、液晶分子の配向状態に3つの安定性がある反強誘電性液晶8が封入されている。なお、図2において、9は両基板1、2の間隔を規制する透明なギャップ材であり、このギャップ材9は液晶封入領域内に点在状態で配置されている。

【0021】上記反強誘電性液晶8は、そのカイラルスメクティックC相の螺旋ピッチが基板間隔より大きい液晶であり、その螺旋構造を消失させた状態で基板1、2間に封入されている。

【0022】さらに、液晶表示素子の下面側と上面側には一对の偏光板10、11が配置されており、この偏光板10、11の透過軸の方向は、反強誘電性液晶8の3つの安定状態に応じて設定されている。

【0023】すなわち、図3において、8A、8B、8Cは反強誘電性液晶8の3つの安定状態を示しており、8Aは第1の安定状態、8Bは第2の安定状態、8Cは第3の安定状態であり、反強誘電性液晶8は、一方の極性でかつあるしきい値電圧（以下、ONしきい値電圧という） $V_{on}$ 以上の電圧を印加したときに一点鎖線で示した第1の安定状態8Aに配向し、極性が逆でかつ絶対値が前記ONしきい値電圧 $V_{on}$ 以上の電圧電圧を印加したときに二点鎖線で示した第2の安定状態8Bに配向し、さらに前記しきい値電圧 $V_{on}$ より低い他のしきい値電圧（以下、OFFしきい値電圧という） $V_{off}$ 以下の電圧を印加したときに、実線で示した第3の安定状態（第1と第2の安定状態の中間の状態状態）8Cに配向する。

【0024】また、図3において、10aは下側の偏光板（以下、下偏光板という）10の透過軸、11aは上

側の偏光板（以下、上偏光板という）11の透過軸を示しており、この液晶表示素子では、一方の偏光板（図では下偏光板）10の透過軸10aを液晶8の第3の安定状態8Cに対してほぼ直交させ、他方（図では上偏光板）11の透過軸11aを前記第3の安定状態8Cとほぼ平行にしている。

【0025】このように偏光板10、11の透過軸方向を設定した反強誘電性液晶表示素子は、液晶8が第1および第2の安定状態8A、8Bに配向したときに光の透過率がほぼ最大となり、液晶8が第3の安定状態8Cに配向したときに透過率がほぼ最小となる。

【0026】すなわち、液晶8が第1または第2の安定状態8A、8Bに配向した状態では、一方の偏光板10を通った直線偏光が液晶8による偏光作用を受けて非直線偏光になり、そのうちのある偏光成分の光が他方の偏光板11を透過して出射する。また、液晶8が第3の配向状態8Cに配向した状態では、一方の偏光板10を通った直線偏光が液晶8による偏光作用をほとんど受けずに直線偏光のまま液晶層を透過し、その光のほとんどが他方の偏光板11で吸収される。

【0027】図4は、上記反強誘電性液晶表示素子の電極間（走査電極4と信号電極5との間）に三角波の電圧を印加して印加電圧に対する透過率の変化を調べた結果を示しており、この電圧-透過率特性には、図のようなヒステリシスがある。

【0028】次に、上記反強誘電性液晶表示素子の駆動方法を説明する。まず、本発明の駆動方法と従来の駆動方法との比較するために従来の駆動方法を簡単に説明すると、図5は従来の駆動方法を示す、1つの走査信号4と1つの信号電極3とに印加する走査信号およびデータ信号の波形と、これら電極3、4間の電圧（以下、電極間電圧という）の変化と、透過率の変化とを示している。

【0029】この駆動方法は、2つのフィールドF1、F2を1フレームFとする、一般に2フィールド法と呼ばれる駆動方法であり、各フレームFの第1フィールドF1は書き込みフィールドとされ、第2フィールドF2は、第1フィールドF1での書き込み状態を保持する保持フィールドとされている。なお、図5において、FSは各フィールドF1、F2での選択期間、F0は非選択期間である。

【0030】この駆動方法は、図5のような波形の走査信号とデータ信号とを走査信号4と信号電極3とに印加することにより、電極間電圧を図のように制御して反強誘電性液晶表示素子を駆動するものであり、例えば1つのフレームFの第1フィールドF1の書き込み期間FSに、電極間電圧として上述したONしきい値電圧 $V_{on}$ 以上の書き込み電圧VDを印加すると、液晶8が書き込み電圧VDの極性に応じて第1と第2の安定状態8A、8Bとのいずれか一方の状態に配向し、図5の左側のフレーム

Fのように、透過率がほぼ最大になって、表示が明状態になる。この状態は、液晶8がもっている配向状態のメモリ性により保持される。

【0031】また、このフレームFの第2フィールドF2の書き込み期間FSに印加する電極間電圧は、前記ONしきい値電圧Vonより低くかつ上述したOFFしきい値電圧Voffより高い書き込み状態保持電圧VDHとされており、したがって、この第2フィールドF1では液晶8の配向状態はほとんど変化せず、透過率が、第1フィールドF1における透過率Ton1とほぼ同じ値Ton2に保持される。

【0032】一方、上記フレームFの次のフレームFにおいて、その第1フィールドF1の書き込み期間FSに、電極間電圧として上記OFFしきい値電圧Voff以下の書き込み電圧VDを印加すると、液晶8の配向状態が上記第1の安定状態8Aから第3の安定状態8Cになるように変化し、図5のように透過率が小さくなって、表示が暗状態になる。

【0033】このフレームFにおいても、第2フィールドF2の書き込み期間FSに印加する電極間電圧は、ONしきい値電圧Vonより低くOFFしきい値電圧Voffより高い書き込み状態保持電圧VDHとされており、したがって、この第2フィールドF1でも、液晶8の配向状態は、上記第3の安定状態8Cになるように変化した状態にある。

【0034】しかし、上記駆動方法では、暗表示状態での透過率が十分に小さくならず、そのため、コントラストの低い画像を表示させることはできない。これは、

「発明が解決しようとする課題」の項でも説明したように、液晶8が第1または第2の安定状態から第3の安定状態に配向するときの応答速度が遅いためであり、したがって、液晶8が第3の安定状態に配向し切れないうちに選択期間TSが終了してしまう。

【0035】そして、液晶8の配向状態が第3の安定状態に配向し切れないうちの状態であると、一方の偏光板10を通過して液晶層に入射した直線偏光が液晶8による偏光作用を受けるため、ある偏光成分の光が他方の偏光板11を透過して出射して漏れ光となる。

【0036】このため、上記駆動方法では、フレームFの第1フィールドF1の書き込み期間FSにOFFしきい値電圧Voff以下の書き込み電圧VDを印加しても、透過率は図5のような値Toff1にしかならず、したがって良好なコントラストが得られない。

【0037】しかも、上記駆動方法では、液晶8が第3の安定状態になり切らないため、この状態での液晶8の配向状態が不安定であり、したがって表示を暗状態にしたときの、第1フィールド（書き込みフィールド）F1での透過率Toff1と第2フィールド（保持フィールド）F2での透過率Toff2とに図5に示すような差が生じて、表示のふらつきが発生する。

【0038】なお、上記反強誘電性液晶表示素子は、液晶8が第1および第2の安定状態8A、8Bに配向したときに明表示状態になり、液晶8が第3の安定状態8Cに配向したときに暗表示状態になるものであるが、上記駆動方法によるコントラストの悪さは、液晶が第1および第2の安定状態に配向したときに表示が暗となり、液晶が第3の安定状態に配向したときに表示が明となるように一対の偏光板を配置した反強誘電性液晶表示素子においても同様であり、その場合は、明表示状態での透過率が低下してコントラストが悪くなるし、また明表示にふらつきが発生する。

【0039】そこで、本発明では、上記反強誘電性液晶表示素子に、コントラストが高くかつ表示のふらつきもない良好な品質の画像を表示させるため、非選択期間の終期に、反強誘電性液晶を第3の安定状態に配向させるための電圧（以下、リセット電圧という）を印加する駆動方法を採用した。

【0040】この駆動方法の一実施例を説明すると、図1は、1つの走査信号4と1つの信号電極3とに印加する走査信号およびデータ信号の波形と、これら電極3、4間の電圧（電極間電圧）の変化と、透過率の変化とを示している。

【0041】この実施例の駆動方法は、1フィールドを1フレームFとする駆動方法であり、図1において、FSは各フレームFでの選択期間、F0は非選択期間であり、FRは非選択期間F0の終期に確保されたリセット期間である。なお、図1は、表示状態を、明、明、暗、暗の順に制御する場合の例を示している。

【0042】この駆動方法は、図1のような波形の走査信号とデータ信号とを走査信号4と信号電極3とに印加することにより、電極間電圧を図のように制御して反強誘電性液晶表示素子を駆動するものであり、走査信号とデータ信号とをこのような波形の信号とすると、いずれのフレームFにおいても、その非選択期間F0の終期のリセット期間FRに、電極間電圧として、反強誘電性液晶8を第3の安定状態8Cに配向させるための電圧、つまり上述したOFFしきい値電圧Voff、-Voff以下のリセット電圧VRが印加される。

【0043】なお、図1には非選択期間F0の大部分を省略して示したが、1フレームFは約10m秒、走査信号およびデータ信号の1パルスの幅は約200μ秒であり、したがって上記リセット電圧VRは、非選択期間F0の終期の極く短いリセット期間FRに印加される。

【0044】また、この駆動方法では、液晶8に許容値以上の直流成分がかかって表示の焼き付き現象の原因となる電荷の片寄りが生じるのを防ぐため、上記リセット電圧VRを、このリセット電圧VRと逆極性で絶対値が等しい補償電圧DR'と対にして印加し、また、各フレームFの選択期間FSに電極3、4間に印加する書き込み電圧VDも、この書き込み電圧VDと逆極性で絶対値が等し

7

い補償電圧VD' と対にして印加している。

【0045】このように、非選択期間F0の終期(リセット期間FR)に、液晶8を第3の安定状態8Cに配向させるためのリセット電圧VRを印加すると、それまでの液晶8の配向状態が第1または第2の安定状態8A、8Bであっても、前記リセット電圧VRを印加した時点から液晶8が第3の安定状態に近づくように配向し始める。

【0046】なお、この実施例では、1つのリセット期間FR中に前記リセット電圧VRを2回繰り返して印加するようにしており、したがって、液晶8は、最初のリセット電圧VRによってある程度第3の安定状態3Cに近づくように配向し、次のリセット電圧VRによってさらに第3の安定状態3Cに近づくように配向する。

【0047】そして、このように非選択期間F0の終期に、液晶8が第3の安定状態に近づくように配向し始めると、次のフレームFの選択期間FSに電極3、4間に印加される書込み電圧VDが液晶8を第3の安定状態に配向させるための電圧(OFFしきい値電圧Voff, -Voff以下の電圧)であれば、液晶8が速やかに第3の安定状態3Cに配向する。

【0048】このため、液晶8が第1または第2の安定状態8A、8Bから第3の安定状態8Cに配向するときの応答速度が遅くても、選択期間FS中に電極3、4間に印加する書込み電圧VDによって液晶8をほぼ第3の安定状態8Cに配向させることができる。

【0049】なお、次のフレームFの選択期間FSに電極3、4間に印加される書込み電圧VDが液晶8を第1または第2の安定状態8A、8Bに配向させるための電圧(ONしきい値電圧Von, -Von以下の電圧)である場合も、その前の非選択期間F0の終期に液晶8が第3の安定状態8Cに近づくように配向し始めるが、液晶8が第3の安定状態3Cから第1または第2の安定状態8A、8Bに配向するときの応答速度は速いため、このときは、液晶8が十分に第1または第2の安定状態8A、8Bに配向する。

【0050】このため、この駆動方法によれば、表示を暗状態とする際に、液晶8をより第3の安定状態3Cに近くなるように配向させて透過率を十分に小さくすることができる。

【0051】しかも、この駆動方法によれば、明表示状態において液晶8がほぼ第1または第2の安定状態8A、8Bに配向し、暗表示状態において液晶8がほぼ第3の安定状態8Cに配向するため、明表示状態でも暗表示状態でも液晶8の配向状態はほとんど変化せず、したがって、明表示状態での透過率Tonは常にほぼ同じになり、また暗表示状態での透過率Toffも常にほぼ同じになる。

【0052】したがって、上記駆動方法で反強誘電性液晶表示素子を駆動すれば、この液晶表示素子に、コント

8

ラストが高くかつ表示のふらつきもない良好な品質の画像を表示させることができる。

【0053】なお、上記実施例では、非選択期間F0の終期に、液晶8を第3の安定状態8Cに配向させるためのリセット電圧VRを2回繰り返して印加したが、このリセット電圧VRの印加回数は1回だけとしても、また3回以上としてもよい。

【0054】また、上記実施例の駆動方法は、液晶8が第1および第2の安定状態8A、8Bに配向したときに明表示状態になり、液晶8が第3の安定状態8Cに配向したときに暗表示状態になる反強誘電性液晶表示素子の駆動に適用されるものであるが、本発明は、液晶が第1および第2の安定状態に配向したときに表示が暗となり、液晶が第3の安定状態に配向したときに表示が明となるように一對の偏光板を配置した反強誘電性液晶表示素子の駆動にも適用できるもので、その場合も、非選択期間の終期に、液晶を第3の安定状態に配向させるためのリセット電圧を印加すれば、明表示状態での透過率を高くしてコントラストを向上させるとともに、明表示のふらつきもなくすることができる。

【0055】さらに、上記実施例の駆動方法は、1フィールドを1フレームFとする駆動方法であるが、本発明は、2つのフィールドを1フレームとする2フィールド法とすることも可能であり、その場合は各フィールドの非選択期間の終期に、液晶を第3の安定状態に配向させるためのリセット電圧を印加すればよい。

【0056】

【発明の効果】本発明の駆動方法によれば、非選択期間の終期に、反強誘電性液晶を第3の安定状態に配向させるための電圧を印加しているため、単純マトリックス型の反強誘電性液晶表示素子に、コントラストの高い良好な品質の画像を表示させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による、走査信号およびデータ信号の波形と、これら電圧間電圧の変化と、透過率の変化とを示す図。

【図2】反強誘電性液晶表示素子の断面図。

【図3】反強誘電性液晶の3つの安定状態と一對の偏光板の透過軸の方向とを示す図。

【図4】反強誘電性液晶表示素子の電圧-透過率特性図。

【図5】従来の駆動方法による、走査信号およびデータ信号の波形と、これら電圧間電圧の変化と、透過率の変化とを示す図。

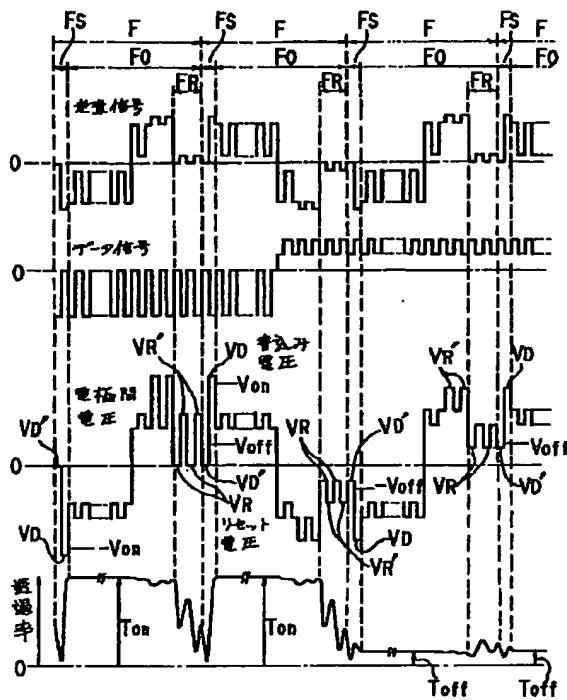
【符号の説明】

- 1、2…基板
- 3…走査電極
- 4…信号電極
- 5、6…配向膜
- 8…反強誘電性液晶

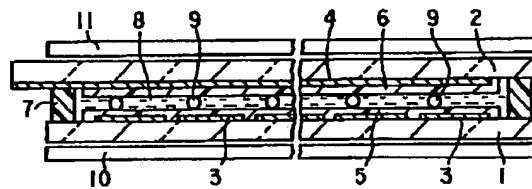
8A…第1の配向状態  
8B…第2の配向状態  
8C…第3の配向状態  
10, 11…偏光板  
10a, 11a…透過軸  
F…フレーム  
FS…選択期間

F0…非選択期間  
FR…リセット期間  
VR…リセット電圧  
VD…書き込み電圧  
Von…ONしきい値電圧  
Voff…OFFしきい値電圧

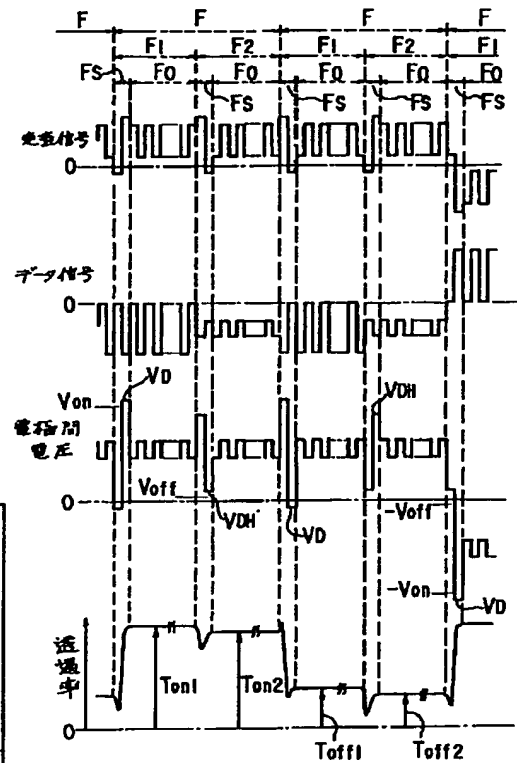
【図1】



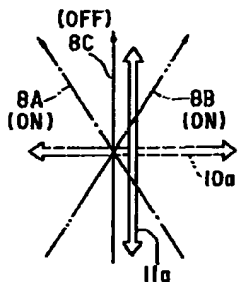
【図2】



【図5】



【図3】



【図4】

